

Hojeando:

El transporte de nutrientes entre los árboles y la tierra



Conoce a la Dra. Cuevas:

Me gusta ser una científica porque me permite descubrir cosas nuevas acerca del medio ambiente.



Dra. Cuevas

Conoce al Dr. Lugo:

Me gusta ser un científico porque me pone en contacto con gente que, como yo, está fascinada con la *complejidad* de la naturaleza y con la oportunidad de entenderla. Luego podemos poner esa información a trabajar en beneficio de la gente.



Dr. Lugo

Glosario:

- *complejidad*: Forma de ser complicado o de tener muchas partes que se relacionan entre sí.
- *cualidad*: Cualquiera de las características que hacen que una cosa sea lo que es.
- *cuantificar*: Contar o medir; considerar la cantidad de algo.
- *nutriente*: Cualquiera de las sustancias que se encuentran en la comida y que son necesarias para la vida y el crecimiento de las plantas y los animales.
- *organismo*: Cualquier cosa viviente.
- *descomponedor*: Organismos que digieren partes de organismos muertos y desechos de organismos vivos.
- *analizar*: Estudiar o examinar cuidadosamente.
- *especies*: Grupos de organismos similares en apariencia, comportamiento, procesos químicos y estructuras genéticas.
- *biomasa*: Todas las cosas vivas en un área dada.
- *externo*: En la parte de afuera.
- *administrador(a)*: Persona calificada para manejar o dirigir algo.
- *orgánico*: Que está en relación o procede de algún organismo vivo.



Pensando en la ciencia

Los científicos utilizan varias maneras para determinar las características de las cosas.

Generalmente, utilizan números para determinar la cantidad de las *cualidades* de algo. Sin embargo, en ocasiones los números no son la mejor manera de determinar algunas cualidades de las cosas. Por ejemplo, ¿cuál crees es la mejor manera de determinar cómo sabe la comida después de añadirle sal? Probándola y comentándolo a otras personas. Esta descripción estará basada en una comparación entre la manera como sabía la comida antes y después de añadirle sal. Esa es una forma de determinar la calidad de algo sin utilizar números. Podrías *cuantificar* la calidad del sabor pidiéndole a todas las personas de tu barrio que prueben la comida antes y después de añadirle sal. Después podrías contar el número de personas que dijeron que la comida sabía mejor después de añadirle sal. La calidad puede determinarse con o sin números. Generalmente, los cientí-

ficos usan números porque sus investigaciones están menos sujetas a las preferencias y a las opiniones personales, como cuando miden la altura o el peso de algo. En este estudio, los científicos querían saber la calidad de las hojas que se caían de los árboles. La calidad iba a determinarse de acuerdo a la cantidad de *nutrientes* y la energía alimenticia presente en las hojas que caen de los árboles. ¿Crees que los científicos utilizaron números para determinar la calidad en este caso? ¿Por qué o por qué no?



Pensando en el medio ambiente

Las cadenas alimentarias describen el flujo de energía que

pasa de un *organismo* a otro. Hay un flujo de energía cuando un organismo digiere otro organismo. Cuando esto sucede, una parte de la energía se queda en el medio ambiente. La cadena alimentaria comienza con las plantas verdes. Las plantas verdes son las únicas que convierten la luz que reciben del sol en alimento. Este proceso se conoce como fotosíntesis. Las plan-

tas verdes de los bosques son consumidas por animales tales como los insectos y el ganado, pero la mayoría de ellas son consumidas por organismos *descomponedores* como alimento vegetal muerto. Algunos de estos organismos descomponedores lo son las bacterias, los hongos y algunos animales pequeños tales como las lombrices. Los descomponedores transportan nutrientes del material vegetal hacia el suelo. Una vez en el suelo, las plantas pueden usar los nutrientes para su regeneración y crecimiento. Los científicos de este estudio querían saber si algunas clases de hojas muertas tienen más nutrientes que otras. Si esto fuera así, esas hojas proporcionarían mayor cantidad de nutrientes al suelo, aumentando de esta manera la cantidad disponible de nutrientes para las plantas.

Introducción

Actualmente hay más gente viviendo el Caribe (ver figura 1) que en el pasado. Esto significa que la cantidad de energía necesaria es cada vez mayor, a pesar de que hay menos suelo disponible para ayudar a producir la energía que la gente necesita. Recuerda que los árboles son plantas y las plantas

Pensando en la ecología



¿Qué es energía?

La energía es la capacidad de hacer algo. La energía siempre se comporta de la misma manera. El comportamiento de la energía se rige por las llamadas leyes de la energía. La energía puede tomar varias formas y puede transferirse de una forma a otra.

Cuando la energía se transfiere, su cantidad disminuye, lo que significa que la energía que queda disponible para hacer algo es menor. El resto de la energía se dispersa, generalmente en forma de calor. Por lo general, la energía en forma de calor se pierde en el ambiente. Esto significa que cada vez que usamos energía terminamos con menos energía. Todas las cosas

vivas necesitan una fuente continua de energía de buena calidad para sobrevivir. Al usar esta energía, se añade calor de baja calidad y otras formas de desechos al medio ambiente. Todas las cosas del planeta están sujetas a las leyes de la energía, incluyendo a los seres humanos. Son leyes que nadie puede quebrantar.

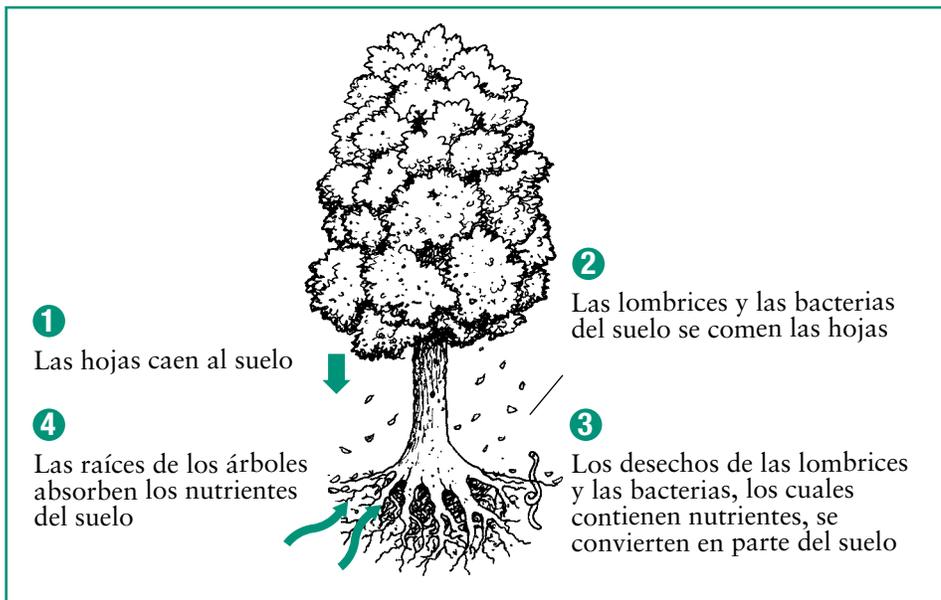


Figura 1. El ciclo de los nutrientes en los árboles

son las que convierten en energía la luz que reciben del sol. Los árboles proporcionan energía de varias formas. Una de éstas es en forma de productos alimenticios y productos madereros, incluyendo caucho, frutas y nueces, leña y madera. Los árboles también producen oxígeno, devuelven nutrientes al suelo (ver figura 2) y ayudan a mantener bajas la temperatura de un lugar. Si hay menos suelo disponible para los árboles, muchos de estos beneficios podrían reducirse.

Los científicos saben que diferentes árboles pueden ofrecer diferentes cantidades de nutrientes al suelo. Los investigadores de este estudio querían saber cuántos nutrientes ofrecen las diferentes clases de árboles al suelo. Si descubrieran que algunos tipos de árboles proporcionan más nutrientes que otros, esos tipos de árboles podrían plantarse en lugar de los árboles que proporcionan menos nutrientes al suelo.



Figura 2. El Caribe



Sección de reflexión

- ¿Cuál es uno de los problemas que los científicos estaban tratando de resolver?
- ¿Crees que es bueno plantar aquellos árboles que le proporcionan más nutrientes al suelo?

Método

Los árboles le proporcionan nutrientes al suelo de muchas maneras. Una de las principales maneras es dejando caer sus hojas. Cuando las hojas caen al suelo, hay bacterias, hongos y algunos animales tales como las lombrices que digieren las hojas, transportando los nutrientes de las hojas a la tierra. Los investigadores decidieron recoger hojas caídas y *analizar* el contenido de nutrientes. Seleccionaron árboles que habían sido plantados de 23 a 26 años atrás en el Bosque Experimental de Luquillo, en Puerto Rico (ver figura 3). Puerto Rico es una isla del Caribe (ver figura 1).

Los investigadores decidieron estudiar 10 especies de árboles que generalmente se plantan para producir productos madereros tales como la leña, los bates de béisbol y el papel. Los científicos seleccionaron al azar seis árboles de cada *especie* para ser estudiados, lo que significa que la selección de árboles fue hecha al azar, como se selecciona el número ganador en una rifa o

en la lotería. Para cada especie de árbol estudiado, los científicos colgaron una canasta en los árboles seleccionados (ver figura 4). Algunas de las hojas que perdían los árboles caían en las canastas. Cada dos semanas, las hojas eran recolectadas, pesadas y sometidas a un análisis químico para determinar la cantidad de nutrientes contenidos en las hojas que caían de cada árbol. Recolectaron las hojas 29 veces en total, durante un período de 58 semanas. ¿Cuántas canastas de hojas examinaron los científicos en total? (Multiplica 10 especies de árboles por 6 canastas por 29 recolecciones). Los científicos pesaron las hojas cada vez para determinar la cantidad de *biomasa*. Analizaron el contenido de los siguientes nutrientes en las hojas: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg). La cantidad de los nutrientes medidos en las hojas ayudó a los científicos a determinar su calidad.



Figura 3. Bosque Experimental de Luquillo.



Sección de reflexión

- Después de que las hojas de los árboles caen sobre el suelo, los organismos descomponedores, tales como bacterias, hongos y algunos animales (como las lombrices) ayudan a transportar los nutrientes de las hojas a la tierra. ¿Crees que el suelo recibe la misma cantidad de energía que había en

las hojas? ¿Por qué o por qué no? (Pista: Piensa en las leyes de la energía).

- Los investigadores recolectaron hojas durante un poco más de un año. ¿Por qué crees que estaban interesados en recolectar hojas durante las diferentes estaciones?

Resultados

Los investigadores encontraron una diferencia tanto en la cantidad de hojas como en la calidad de los nutrientes en las 10 especies de árboles. También encontraron una relación entre el número de hojas caídas y la calidad de los nutrientes. Por ejemplo, si el contenido de nutrientes en cada hoja era bajo, generalmente había una gran cantidad de biomasa, es decir, una gran cantidad de hojas caídas. Si la calidad de los nutrientes de la hoja era alta, eran pocas las hojas que se caían de ese árbol. Esto significa que la cantidad total de nutrientes disponibles para los organismos descomponedores de la tierra era más o menos la misma en todas las especies de árboles (ver figura 5).

Los investigadores también encontraron que algunos árboles tomaban nutrientes de las hojas antes de que éstas se desprendieran de sus ramas. Dichos árboles se quedaron con la mayoría de los nutrientes en lugar de ofrecérselos al suelo al dejar caer sus hojas. Los investigadores concluyeron que hay tres grupos de árboles. El primer grupo conserva los nutrientes en el árbol. Los árboles del segundo grupo llevan a cabo un ciclo de nutrientes *externo*, es decir, los

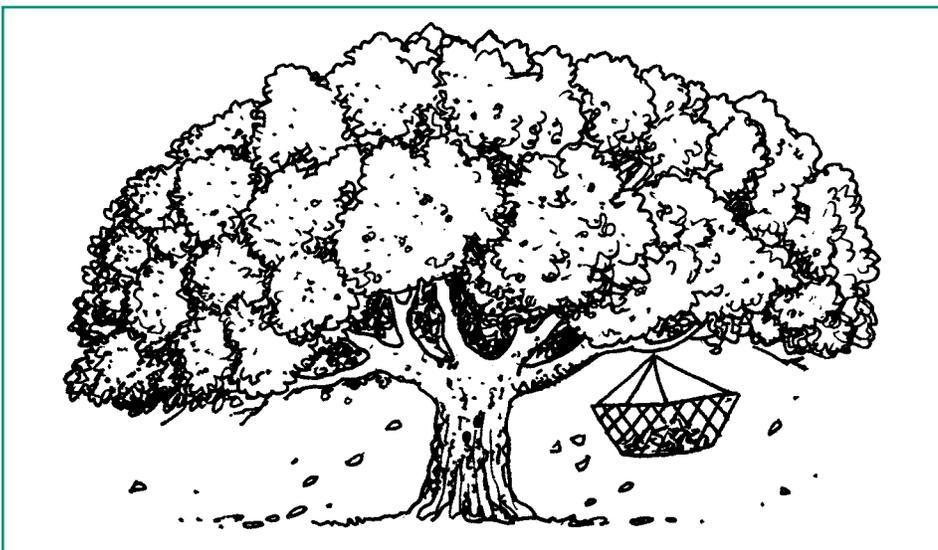


Figura 4. Canastas de metal fueron usadas para recolectar las hojas que caían de los árboles.

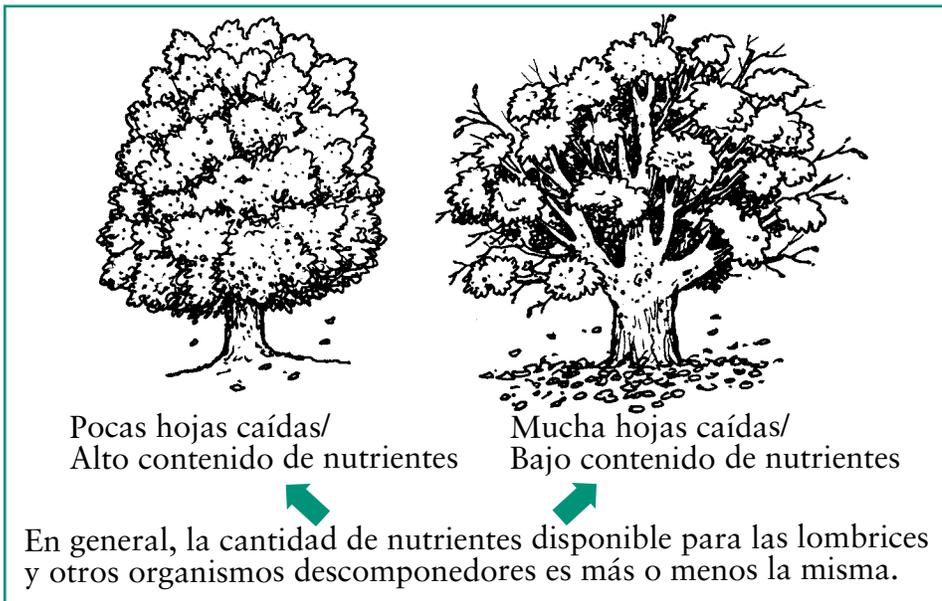


Figura 5. En general, la cantidad de nutrientes en las hojas desprendidas de los árboles era la misma.

nutrientes caen al suelo en las hojas, las cuales se descomponen en el suelo y los nutrientes quedan disponibles para el uso de los árboles y otras plantas. El tercer grupo utiliza ciclos de nutrientes tanto internos como externos.



Sección de reflexión

- Piensa en todos los animales y las plantas del bosque. ¿Cuál crees que

es la ventaja de los ciclos externos de nutrientes para las demás plantas y animales?

- ¿De qué formas la energía se pierde o se dispersa durante el ciclo externo de nutrientes?

Implicaciones

No todos los árboles son iguales desde el punto de vista de sus ciclos de nutrientes. Si los administradores de los bosques quieren aumentar el contenido de materia orgánica del suelo deben plantar árboles que dejen

caer bastantes hojas. Si quieren aumentar el contenido de nutrientes del suelo rápidamente deben plantar árboles cuyas hojas caídas tengan nutrientes de alta calidad. Conociendo la calidad de los nutrientes de las hojas caídas, los administradores de los bosques pueden ayudar a la naturaleza a reciclar los nutrientes de los árboles al suelo y de vuelta a los árboles otra vez.



Figura 6. Mucha gente utiliza depósitos de abono para reciclar y volver a usar las sobras de comida (con excepción de las carnes), las hojas caídas y el pasto cortado.



Sección de reflexión

- Durante el otoño, mucha gente remueve las hojas caídas de sus jardines.

¿Qué pasa con el ciclo de nutrientes cuando la gente remueve las hojas caídas del suelo? ¿De qué manera algunas personas compensan la pérdida de nutrientes disponible para el crecimiento de las plantas? (Pista: ¿Qué hacen algunas personas para estimular el crecimiento de los árboles y las plantas durante la primavera?).

- Cuando la gente construye depósitos de abono vegetal, designa un área especial para permitir que las hojas y otros desechos orgánicos se descompongan (ver figura 6). ¿Qué clase de organismos hacen que la materia orgánica se descomponga en un depósito de abono vegetal? ¿En qué se parecen un depósito de abono y la tierra de los bosques? ¿En qué se diferencian?



Actividad

En esta actividad, explorarás las bacterias que viven en el suelo cerca de tu casa o escuela. La pregunta que vas a responder es: ¿Qué clase de bacterias viven en diferentes tipos de tierra? Sé paciente, pues esta actividad te va a tomar de 3 a 4 semanas. Las bacterias necesitan tiempo para crecer. Vas a necesitar:

- 4 botellas de dos litros de plástico transparente (pueden ser botellas de agua o de refresco, sin etiqueta)
- Suficiente plástico grueso y transparente para cubrir las botellas
- Cuatro bandas de caucho o gomitas
- Marcador
- Cinta adhesiva
- Cubeta o balde de dos galones
- Una medidor de volúmenes de una taza
- Una cuchara
- Utensilio para revolver
- Cuatro cubetas (o baldes) de agua pequeñas, una de cada sitio de donde recogiste las muestras de tierra (usa agua destilada si la tierra recogida estaba en un lugar seco).
- 4 páginas de periódico
- 1 taza de tiza pulverizada (puedes aplastar varias tizas hasta hacerlas polvo o comprar tiza pulverizada en una ferretería)
- Lávate las manos antes de empezar. Si tienes alguna herida en las manos, ponte guantes plásticos para trabajar con la tierra. Tu clase debe dividirse en 4 grupos. Cada grupo va a preparar uno de los experimentos. Asegúrense

de que cada grupo trabaje con la cubeta de tierra y la cubeta de agua recogidos en el mismo lugar. Con la cinta adhesiva y un marcador, marca cada cubeta de tierra o lodo y agua con el lugar de recolección.

Para cada experimento:

Corta la parte de arriba de la botella de plástico. Esta parte superior de la botella será utilizada como embudo, y en la parte inferior se realizará el experimento. Rasga la hoja de papel periódico en tiritas delgadas y colócalas aparte. En la cubeta de dos galones, añade 5 o 6 tazas de tierra o lodo. Saca todos los palos, hojas y piedritas. Lentamente, mientras revuelves, añade agua (del mismo lugar de recolección) hasta que la mezcla quede de una consistencia parecida a la de una crema espesa. Añade el papel rasgado y una cucharada de tiza pulverizada. Mezcla lentamente y asegúrate de que la mezcla esté lo suficientemente líquida para que pueda pasar por el embudo. Marca la botella plástica con el lugar de recolección. Después, usando el embudo, vierte aproximadamente 1 centímetro (o media pulgada) de la mezcla en la botella plástica. Cubriendo la parte superior de la botella plástica con la mano, golpea suavemente la botella sobre una superficie plana para permitir que la mezcla se distribuya de manera uniforme. Continúa este proceso hasta llenar la botella hasta 4 centímetros (o 2 pulgadas) del borde. Cubre la parte superior de la botella con el plástico transparente y asegúralo en su lugar con la banda de caucho.

Coloca la botella en un lugar bien iluminado pero en donde no le llegue la luz directa del sol. Consévala lejos del calor, a temperatura ambiente.

Durante 3 o 4 semanas, observa la botella diariamente. Observa si ocurre algún cambio de color en la mezcla. Anota tus observaciones, usando el siguiente cuadro como ejemplo. Al final de cada semana, puedes hacer un dibujo de cada botella con lápices de colores.

Debes poder notar diferentes colores en las botellas. ¿Qué colores ves y dónde están localizados en la botella? ¿Qué crees que causa los distintos tonos?

- Rojo y naranja son bacterias púrpuras fotosintéticas
- Verde en la superficie son cianobacterias y algas
- Verde oliva en el medio o en la parte inferior son bacterias verdes azufradas
- Manchas negras es sulfuro de hierro, un compuesto químico formado por bacterias

Para aprender más sobre estas clases de bacterias, visita la página de Internet: <http://www.ucmp.berkeley.edu/bacteria/bacteriasy.html>

Esta Actividad es una adaptación de la actividad "Biosfera en una botella", desarrollada por la Asociación Nacional de Maestros de Biología. Más actividades divertidas relacionadas con las bacterias en: <http://www.microbe.org>

Tomado de: Cuevas, E. y Lugo, A.E. (1998). "Dynamics of organic matter and nutrient return from litterfall in stands of ten tropical tree plantation species". *Forest Ecology and Management*, 112: 263-279.

Para aprender más sobre el ciclo de nutrientes, visita la página de Internet: <http://www.swifty.com/apase/charlotte/soil7.html>